

Verfahren und Meßgerät zur Bestimmung des Blutdrucks

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des Blutdrucks, wobei ein Drucksensor an einem Körperteil angelegt und der in dem Körperteil herrschende Blutdruck und die Ausrichtung des Körperteiles mit einer Ausrichtungserfassungseinheit innerhalb eines Blutdruckmeßgehäuses erfaßt wird. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Blutdruckmeßgerät mit einem Drucksensor zur Erzeugung eines Drucksignales, einer Anlegeeinheit zum Anlegen des Drucksensors an ein Körperteil und einer Auswerteeinheit zur Auswertung des Drucksignales, wobei eine Ausrichtungserfassungseinheit, die innerhalb eines Blutdruckmeßgehäuses angeordnet ist, zur Erfassung der Ausrichtung des Körperteiles vorgesehen ist.

Blutdruckmessungen am Handgelenk oder an einem Finger leiden oftmals an mangelnder Meßgenauigkeit und unzureichender Reproduzierbarkeit. Dies ist durch die hohe Empfindlichkeit der Messung bezüglich Schwankungen der Meßposition bedingt, d. h. der individuellen Lage des Handgelenkes bzw. des Fingers, relativ zur Lage des Herzens. Um exakte Ergebnisse zu erhalten, ist bei bekannten Meßgeräten eine Messung auf Herzhöhe erforderlich. Dies wird jedoch in der Regel nur näherungsweise eingehalten und wird von den Personen, bei denen die Blutdruckmessung durchgeführt wird, als beschränkt und unpraktisch empfunden. Den Messungen wohnt deshalb stets eine Ungenauigkeit inne. Im Falle einer von der Herzhöhe abweichenden Meßposition verfälscht die hydrostatische Druckdifferenz das Meßergebnis um etwa 0,78 mm Hg/cm. Eine mangelhafte Lage während eines Meßvorganges führt somit zu einem systematischen Meßfehler. Zusätzlich kann eine kurzzeitige, eher zufällige Lageschwankung wie beispielsweise Zittern oder eine Armbewegung noch einen zweiten dynamischen Fehler, sog. Bewegungsartefakte, zur Folge haben, die die algorithmische Auswertung der eigentlichen Meßgröße erheblich erschweren, wenn nicht sogar unmöglich machen.

In der US-A 47 79 626 wurde bereits vorgeschlagen, bei einer Blutdruckmessung an einem Finger die hydrostatische Komponente des Blutdrucks mittels einer Vorrichtung zu kompensieren, die einen der hydrostatischen Druckkomponente entsprechenden Gegendruck bereitstellt. Hierzu wird auf Höhe des Herzens an der Brust ein Flüssigkeitsreservoir befestigt, das mittels eines Schlauches mit dem Blutdruckmeßgerät am Finger verbunden ist. Der Drucksensor des Meßgerätes ist dabei als Differenzdrucksensor ausgebildet, der die Druckdifferenz zwischen dem im Finger herrschenden Blutdruck und dem am Ende des Schlauches herrschenden Flüssigkeitsdruck mißt. Es liegt jedoch auf der Hand, daß dieses Blutdruckmeßgerät unhandlich und nur umständlich anzulegen ist. Darüber hinaus behindert der am Körper verlegte Schlauch die Bewegungsfreiheit der jeweiligen Person.

Die DE 296 12 412 U1 beschreibt ein Blutdruckmeßgerät, das an das Handgelenk anzulegen ist und bei dem im Gehäuse des Blutdruckmeßgerätes ein Pendel angeordnet ist. Die Außenseite des Pendels ist mit einer Farbskalierung versehen, so daß abhängig von der Armbeugenstellung eine bestimmte Farbe sichtbar wird. Hierbei ist die Hanbhabung u.a. insoweit erschwert, als daß das Pendel sich erst ausschwingen muß bis eine Ablesung möglich ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und ein Gerät zur Bestimmung des Blutdruckes zu schaffen, das bei hoher Meßgenauigkeit und ausreichender Reproduzierbarkeit der Blutdruckbestimmung einfach zu handhaben ist.

In Verfahrenstechnischer Hinsicht wird diese Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Ausrichtungserfassungseinheit ein elektrisches Signal je nach der dedektierten Ausrichtung des Körperteils abgibt und dieses elektrische Signal weiter verarbeitet wird. Durch die elektrische Erfassung der Ausrichtung des Körperteils sind vielfältige Weiterverarbeitungsoptionen des elektrischen Signales möglich, die zu einer optimalen Handhabung und erhöhter Meßgenauigkeit der Blutdruckbestimmung führen. Das in der Ausrichtungserfassungseinheit vorgesehene bewegliche Teil, daß z.B. pendelartig ausgebildet ist, weist eine bestimmte Schwingeigenfrequenz auf, die eine Periodendauer der Schwingung festlegt. Abhängig von der Art der Bewegung des Patienten wird somit eine unterschiedlich starke Schwingungsamplitude in der Ausrichtungserfassungseinheit erzeugt, die zunächst maximal anschwingt und eine gewisse Zeit zum ausschwingen benötigt. Durch die elektrische Weiterverarbeitung des Meßsignales ist es somit möglich, dieses Signal zu integrieren über die Zeit bzw. einen Mittelwert zu bilden über die Periodendauer, so daß das Signal stark gedämpft und damit letztlich erst ablesbar oder weiter nutzbar wird, da kleinere Ausschläge und ein kürzeres Nachschwingen des beweglichen Mittels in der Ausrichtungserfassungseinheit erzeugt wird. Es wird somit ein Problem gelöst, daß vor allem bei einer sehr kompakten Ausrichtungserfassungseinheit, die innerhalb eines Blutdruckmeßgerätegehäuses angeordnet ist auftreten kann. Weitere Optionen zur Weiterverarbeitung des elektrischen Signals werden nachfolgend aufgeführt.

Vorzugsweise wird der erfaßte Blutdruck in einer Auswerteeinheit entsprechend der erfaßten Ausrichtung des Körperteils korrigiert. Bei einer vorgegebenen Ausrichtung des Körpers, insbesondere einer aufrechten Haltung des Oberkörpers, kann mit der Erfassungseinheit die absolute Ausrichtung des Körperteils im Raum erfaßt und dadurch die Stellung des Körperteils relativ zum Herzen bestimmt werden. Dementsprechend kann der tatsächlich gemessene Blutdruck im Körperteil in Abhängigkeit eines elektrischen Ausrichtungssignales

der Erfassungseinheit korrigiert und der auf Herzhöhe herrschende Blutdruck bestimmt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird mit einem Neigungssensor die Winkelstellung des Körperteils, insbesondere des Unterarmes, erfaßt und der erfaßte Blutdruck entsprechend der Winkelstellung korrigiert. Insbesondere kann die Neigung des Unterarmes zur Horizontalen bzw. Vertikalen erfaßt werden, die bei einer vorgegebenen Position des Ellenbogens, beispielsweise in einer am Oberkörper anliegenden Stellung, ein Maß für die Höhenlage des Handgelenkes und damit der hydrostatischen Komponente des Blutdrucks im Handgelenk ist.

Um eine einfache Signalverarbeitung zu ermöglichen, wird vorzugsweise die Ausrichtung des Körperteils und der Blutdruck in demselben nacheinander erfaßt. Dieser ermöglicht es, bei ausreichender Genauigkeit, das Ausrichtungs- und Drucksignal nacheinander zu verarbeiten.

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführung der Erfindung wird die Ausrichtung des Körperteils zeitparallel zur Druckmessung erfaßt. Dies erlaubt eine erhöhte Genauigkeit der Messung, da der Korrektur des erfaßten Blutdrucks stets die jeweilige Stellung des Körperteils zugrunde gelegt werden kann.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann während der Druckerfassung eine Bewegung, insbesondere eine Beschleunigung des Körperteils, an dem der Blutdruck gemessen wird, erfaßt werden. Der erfaßte Blutdruck wird dann entsprechend der erfaßten Bewegung korrigiert. Hierdurch können kurzzeitige Lageänderungen, wie z. B. Zittern während der Messung erfaßt werden. Durch eine Rückrechnung von den gemessenen Lageschwankungen auf die dazu korrespondierenden Druckschwankungen kann der Einfluß von Bewegungsartefakten verringert werden. Vorzugsweise wird die Ausrichtung und die Bewegung des Körperteils kontinuierlich erfaßt.

Hinsichtlich des Gerätes wird die obengenannte Aufgabe bei einem Blutdruckmeßgerät der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß durch die Ausrichtungserfassungseinheit zur Weiterverarbeitung ein elektrisches Signal in Abhängigkeit von der Ausrichtung des Körpersignals abgebbar ist. Somit können Schwingungen in der Ausrichtungserfassungseinheit auf ein genau spezifiziertes Dämpfungsverhalten eingestellt werden ohne den Nachteil eine aufwendige mechanische Dämpfung, die zu dem fertigungsabhängig in ihrer Genauigkeit ist, vornehmen zu müssen.

Bevorzugt weist die Auswerteeinheit eine Korrekturseinheit zur Korrektur des Drucksignals entsprechend der erfaßten Ausrichtung auf. Die Ausrichtungs-Erfassungseinheit erzeugt ein elektrisches Signal, das der Ausrichtung entspricht und das in der Korrekturseinheit zur Korrektur des Drucksignals verarbeitet wird.

Die Ausrichtungs-Erfassungseinheit weist in vorteilhafter Weise einen Neigungssensor auf, der die Neigung des Körperteils, an dem der Drucksensor angelegt ist, bzw. die Neigung der Anlegeeinheit, die der Neigung des Körperteils entspricht, erfaßt. Vorzugsweise ist der Neigungssensor derart ausgebildet, daß er die absolute Neigung des Körperteils, d. h. den Winkel zur Horizontalen bzw. Vertikalen erfäßt. Der Neigungswinkel gibt ein Maß für die Stellung des Körperteils an.

Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung kann eine Bewegungs-Erfassungseinheit zur Erfassung einer Bewegung, insbesondere einer Beschleunigung des Körperteils vorgesehen sein, wobei ein elektrisches Bewegungssignal in der Auswerteeinheit verarbeitet wird. Durch das Bewegungssignal ist das Maß an motorischer Aktivität der jeweiligen Person feststellbar. Auf diese Weise läßt sich beurteilen, ob sich der Anwender generell in einem Zustand ausreichender Ruhe befindet und eine Messung überhaupt sinnvoll durchführbar ist.

Dabei kann die Messung dann, wenn ein zu ungenaues Ergebnis geliefert werden würde, unterbunden werden oder zumindest ein Hinweis auf die geringe Aussagekraft der Messung auf einer Anzeigevorrichtung angezeigt werden. Vorteilhafterweise kann das erfaßte Drucksignal in Abhängigkeit des elektrischen Bewegungssignales in der Korrekturseinheit der Auswerteeinheit korrigiert werden.

Vorzugsweise umfaßt die Bewegungs-Erfassungseinheit den Neigungssensor und eine mit diesem verbundene Differenziereinheit, die die zeitliche erste oder zweite Ableitung des Neigungssignals bildet und das errechnete Signal als Bewegungssignal bereitstellt.

Entsprechend einer bevorzugten Ausführung der Erfindung sind die Ausrichtungs-Erfassungseinheit und der Drucksensor mit der Auswerteeinheit über eine Zeitschalteinheit verbunden. Die Zeitschaleinheit zur zeitabhängigen Durchschaltung des jeweiligen Signales an die Auswerteeinheit kann als Schaltweiche bzw. Multiplexer ausgebildet sein.

Zwischen die Schaleinheit und die Auswerteeinheit ist zumindest ein Analog-Digital-Wandler geschaltet. Um die Ausrichtung des Körperteils zeitparallel zur Druckmessung erfassen zu können, sind bevorzugt zwei Analog-Digital-Wandler vorgesehen.

Zweckmäßigerweise weist das Blutdruckmeßgerät eine Speichereinheit zur Speicherung von Referenzdaten auf. Mit Hilfe der Referenzdaten können die Korrekturwerte für das Drucksignal an den jeweiligen Benutzer angepaßt werden. Beispielsweise können für Benutzer unterschiedlicher Körpergröße verschiedene Referenzdatensätze abgespeichert sein.

Die Druckmessung kann grundsätzlich an verschiedenen Körperteilen, beispielsweise an einem Fingern, vorgenommen werden. Vorzugsweise jedoch ist die Anlegeeinheit zum Anlegen des Drucksensors an ein Handgelenk ausgebildet. Die Druckerfassung am Handgelenk erlaubt bei einer einfachen Erfassung der Ausrichtung eine hohe Meßgenauigkeit.

Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und zugehöriger Zeichnungen näher erläutert. In diesen zeigen:

- Figur 1 ein Blutdruckmeßgerät entsprechend einer bevorzugten Ausführung der Erfindung, das an einem Handgelenk einer Person angelegt ist, in einer schematischen Darstellung,
- Figur 2 den Aufbau eines Blutdruckmeßgerätes entsprechend einer bevorzugten Ausführung der Erfindung in einer schematischen Darstellung,
- Figur 3 ein Flußdiagramm, das die einzelnen Schritte eines Verfahrens zur Bestimmung des Blutdrucks gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung zeigt, daß mit der Vorrichtung gemäß Figur 2 ausführbar ist,
- Figur 4 den Aufbau eines Blutdruckmeßgerätes gemäß einer weiteren Ausführung der Erfindung in einer Darstellung ähnlich Figur 2, und
- Figur 5 ein Flußdiagramm ähnlich Figur 3, das die Schritte eines Verfahrens zur Bestimmung des Blutdrucks entsprechend einer weiteren Ausführung der Erfindung zeigt, das mit Hilfe des Blutdruckmeßgerätes gemäß Figur 4 ausführbar ist.

Das in Figur 1 gezeigte Blutdruckmeßgerät ist zur Messung des Blutdrucks am Handgelenk ausgebildet. Es weist als Anlegeeinheit eine Manschette 1 auf, mit der ein Drucksensor zur Signalaufnahme an die Innenseite des linken Handgelenkes angelegt werden kann. Die Manschette 1 weist eine Blase auf, die vorzugsweise mit Luft aufgepumpt wird, um während des Luftpabblasses mittels der ozilometrischen Messmethode den diastolischen, den systoli-

schen, eventuell den mittleren Blutdruck- und den Puls zu bestimmen. Der Drucksensor 2 (Figur 2) kann z.B. als kapazitiver oder piezoresistiver Sensor ausgebildet sein.

Der Drucksensor 2 ist über einen Verstärker und Analog/Digital-Wandler 3 mit einer Auswerteeinheit 4 verbunden, die als Microcontroller ausgebildet und zur algorithmischen Auswertung des elektrischen Signales des Drucksensors ausgebildet ist.

Das Blutdruckmeßgerät weist ferner einen Neigungssensor 5 auf, der ebenfalls über den Verstärker und Analog/Digital-Wandler 3 mit der Auswerteeinheit 4 verbunden ist. Der Neigungssensor 5 erfaßt die Neigung der Manschette 1 und damit des Handgelenks bzw. des Unterarmes gegenüber der Horizontalen, d. h. der Neigungssensor 5 stellt ein elektrisches Signal bereit, das dem Neigungswinkel  $\alpha$  des Handgelenks zur Horizontalen entspricht (vgl. Figur 1). Der Neigungssensor weist vorzugsweise ein beweglich gelagertes Teil, wie z.B. ein Pendel auf und ist mit einer Einrichtung versehen, mit der der Neigungswinkel  $\alpha$ , die Geschwindigkeit oder die Beschleunigung des beweglichen Teils elektrisch erfaßbar ist. Je nach dem für welchen Zweck das detektierte Signal verwendet werden soll, um z.B. verschiedene Arten von Bewegungsartefakte zu unterscheiden, wird auf dem Neigungswinkel, die Geschwindigkeit oder die Beschleunigung des beweglichen Teils im Neigungssensor kann z.B. durch die elektronische Erzeugung der ersten und zweiten Ableitung oder durch speziell dafür ausgebildete Sensoren detektiert werden, um z.B. verschiedene Arten von Bewegungsartefakten zu unterscheiden und entsprechend zu berücksichtigen.

Wie Figur 2 zeigt, sind der Drucksensor 2 und der Neigungssensor 5 mit dem gemeinsamen Verstärker und Analog/Digital-Wandler 3 über ein Zeitschaltglied 6, das als Multiplexer ausgebildet ist, verbunden. Durch den Multiplexer 6 wird wahlweise das Signal des Drucksensors 2 oder das Signal des Neigungssensors 5 auf den Verstärker und Analog/Digital-Wandler 3 durchgeschaltet. Die in Figur 2 skizzierte Schaltung zur Signalbereitung ist vorzugsweise in einem Schaltkreis integriert, der abhängig von der Schaltstellung des Multiplexers 6 auch die Konfiguration des Verstärkers und Analog/Digital-Wandlers 3 den vom Sensor herrührenden Anforderungen anpaßt.

Um das Blutdruckmeßgerät an verschiedene Randbedingungen, insbesondere verschiedene Benutzer anpassen zu können, ist ein Referenzwertspeicher 7 vorgesehen, der mit der Auswerteeinheit 4 verbunden oder in ihr enthalten ist. Die individuellen Randbedingungen der Messung, die die Positionierung des Blutdruckmeßgerätes und damit das Meßergebnis beeinflussen, wie beispielsweise die Armänge oder die Lage des Herzens, sind benutzerspezifisch verschieden. Es wird deshalb einmal eine Referenzmessung auf Herzniveau durchge-

führt, deren Ergebnisse, insbesondere der dabei erfaßte Neigungswinkel  $u_{ref}$  und die von diesem Winkel abhängige Signalspannung, zusammen mit eventuellen Kalibrierdaten des Neigungssensors 5 im Referenzspeicher 7 abgelegt werden und bei allen nachfolgenden Blutdruckmessungen zur Korrektur dienen. Die Korrektur des jeweils gemessenen Blutdrucks ergibt sich dabei aus dem gemessenen Neigungswinkel  $u$  wie folgt:

$P_{corr} = P_{mess} - k (1 - \sin u / \sin u_{ref})$ , wobei  $P_{corr}$  und  $P_{mess}$  die korrigierten bzw. gemessenen Druckwerte,  $u$  den gegenüber der Horizontallage des Blutdruckmeßgerätes gemessenen Winkel und  $u_{ref}$  den einmalig, gleichfalls gegen die Horizontallage bestimmten Referenzwinkel bei einer Lage des Geräts auf Herzniveau darstellen. Der Multiplikator  $k$  ist ein für die Kalibration erforderlicher konstanter Koeffizient. Entsprechend dieser Beziehung kann der tatsächlich gemessene Druck um den hydrostatischen Differenzdruck korrigiert und der auf der Herz Höhe zugehörige Blutdruck bestimmt werden. Ein lagebedingter systematischer Meßfehler wird dadurch vermieden.

Nachfolgend wird der Ablauf der Verfahrensschritte bei einer Blutdruckbestimmung in Verbindung mit Figur 3 näher erläutert. Zunächst wird vor der eigentlichen Messung eine Nullmessung des Drucksensors durchgeführt, um das Signainiveau des Drucksensors bei fehlendem Druck jedes Mal neu festzulegen und die Genauigkeit der Messung zu erhöhen. Sobald das Blutdruckmeßgerät mittels einer Manschette 1 am linken Handgelenk des Benutzers angelegt ist, bringt der Benutzer zur Blutdruckmessung die Arme in eine im wesentlichen vor dem Oberkörper verschränkte Position und seinen Oberkörper in eine im wesentlichen aufrechte Stellung (vgl. Figur 1). Dies stellt sicher, daß der erfaßte Neigungswinkel  $u$  in Korrelation steht mit der Lage des Handgelenkes relativ zum Herzen, d. h. daß der Neigungswinkel  $u$  ein Maß, für die Höhendifferenz zwischen der Lage des Handgelenkes und der Lage des Herzens ist. Um eine korrekte Meßstellung zu gewährleisten, ist vorzugsweise eine Anzeigevorrichtung des Blutdruckmeßgerätes derart angeordnet, daß diese vom Benutzer nur in einer korrekten Stellung ablesbar ist. Insbesondere kann die Anzeigevorrichtung an der oberen Schmalseite der Manschette 1, d. h. in dem Bereich, der im angelegten Zustand an der oberen Schmalseite des Gelenkes etwa in Fortsetzung des Daumengliedes liegt, angeordnet sein.

Hat der Benutzer die entsprechende Stellung eingenommen, wird zunächst mit dem Neigungssensor 5 der Neigungswinkel  $u$  des Blutdruckmeßgerätes bestimmt. Das Zeitschaltglied 6 schaltet das Signal des Neigungssensors 5 zu dem Verstärker und Analog/DigitalWandler 3 durch, so daß dieses von der Auswerteeinheit 4 ausgewertet werden kann. Dabei wird in einem nächsten Verfahrensschritt der Korrekturfaktor bestimmt, um den der tatsächlich gemessene Blutdruck dann zu korrigieren ist. Der im Handgelenk herrschende

der Blutdruck wird dann in einem weiteren Verfahrensschritt bestimmt. Hierzu wird das Signal des Drucksensors 2 von dem Zeitschaltglied 6 zur Auswerteeinheit durchgeschaltet. Anschließend wird der tatsächlich erfaßte Blutdruck um den zuvor bestimmten Korrekturwert korrigiert. Das korrigierte Meßergebnis des Blutdrucks wird dann an der Anzeigevorrichtung des Blutdruckmeßgerätes angezeigt.

Alternativ kann die Vermeidung lagebedingter Fehlmessungen auch über die Anzeigevorrichtung des Blutdruckmeßgerätes interaktiv mit dem Benutzer gesteuert werden. Hierzu erhält der Anwender solange Anzeichen auf der Anzeigevorrichtung des Blutdruckmeßgeräts bis er es innerhalb eines vorgegebenen Winkeltoleranzfeldes um den Referenzwinkel gebracht hat und damit eine Meßposition eingenommen hat, in der keine Korrektur des Blutdruckmeßwertes mehr erforderlich ist, oder eine Korrektur durchgeführt werden muß. In einer weiteren Ausführungsform wird das Anzeichen auf der Anzeigevorrichtung zur Benutzerführung für die optimale Meßlage am Anfang und/oder während der Druckmessung eingesetzt. Beispielsweise weist die Anzeigevorrichtung als Anzeichen einen nach oben und nach unten weisenden Pfeil auf, von denen nur der gerade angezeigt wird oder blinkt, wenn der Benutzer sein Handgelenk mit dem Blutdruckmeßgerät entsprechend nach oben oder unten bewegen soll, um in die korrekte Meßposition zu gelangen. Eine Benutzerführung durch eine rote Lampe für eine schlechte Meßposition und / oder eine grün aufleuchtende Lampe für eine korrekte Meßposition oder auch durch ein akustisches Warnsignal bei einer schlechten Meßposition ist alternativ ebenso als Anzeichen ausbildbar. Vorzugsweise wird das Anzeigesignal für die korrekte/unkorrekte Meßposition nur vor der Messung an der elektronischen Anzeigevorrichtung (z.B. LCD) angezeigt. Alternativ können auch andere Zeitpunkte (z.B. auch während der Messung, z.B. für den Fall einer Veränderung der Meßposition) zur Anzeige programmiert werden. Dadurch, daß der Neigungssensor ein elektrisches Signal abgibt, ist es ohne weiteres möglich, abweichend von einer ständigen evtl. den Benutzer irritierenden Anzeige der Meßposition diese nur zu bestimmten Zeitpunkten elektronisch anzuzeigen.

Umgekehrt wird in einer weiteren Ausführungsform in einem Meßwertspeicher eine konkrete Validierung der Meßergebnisse hinsichtlich der detektierten Meßlage durchgeführt. Somit wird beispielsweise nach der Meßung angezeigt, ob das Meßergebnis wegen einer ungünstigen Meßlage oder einer Bewegung während der Messung verworfen werden sollte oder ob eine Kompensierung bzw. Korrektur bzw. Eliminierung von lagebedingt fehlerhaften Meßwerten erfolgt ist.

Die in den obigen beiden Absätzen dargestellten Ausführungsformen sind sowohl in Kombination mit der ersten als auch mit der nachfolgend beschriebenen zweiten Ausführungsform kombinierbar.

Eine zweite Ausführung eines erfindungsgemäßen Blutdruckmeßgerätes ist in Figur 4 dargestellt. Der Aufbau des Blutdruckmeßgerätes ist grundsätzlich ähnlich dem in Figur 2 gezeigten, so daß für dieselben Bauteile gleiche Bezugszeichen verwendet sind und eine nochmalige Beschreibung derselben Bauteile nicht notwendig ist. Die Ausführung gemäß Figur 4 unterscheidet sich im wesentlichen dadurch, daß der Drucksensor 2 und der Neigungssensor 5 nicht über einen gemeinsamen Verstärker und Analog/Digital-Wandler mit der Auswerteeinheit 4 verbunden sind, sondern daß sowohl der Neigungssensor 5 als auch der Drucksensor 2 jeweils separat über einen eigenen Verstärker und Analog/Digital-Wandler 3 a bzw. 3 b mit der Auswerteeinheit 4 verbunden sind. Hierdurch kann das Signal des Neigungssensors 5 kontinuierlich der Auswerteeinheit 4 bereitgestellt werden. Der Neigungswinkel u wird zeitparallel zur Erfassung des Blutdrucks im Handgelenk erfaßt.

Zur Erfassung einer Bewegung bzw. Beschleunigung des Handgelenkes weist die Auswerteeinheit 4 eine Differenziereinheit auf, mit Hilfe derer die zeitliche Ableitung des Signals des Neigungssensors 5, die dann der Bewegung bzw. (Winkel-) Geschwindigkeit entspricht, und die Ableitung der zeitlichen Ableitung, die dann der (Winkel-) Beschleunigung entspricht, bestimmbar ist.

Der Ablauf der Verfahrensschritte des Verfahrens zur Blutdruckbestimmung, das mit der Vorrichtung gemäß Figur 4 ausführbar ist, ist in Figur 5 dargestellt. Wie in Figur 5 zu sehen ist, wird der Neigungswinkel zeitparallel zur Blutdruckmessung bestimmt und zur Berechnung des Korrekturfaktors verwendet.

Aus der bestimmten Bewegung (Geschwindigkeit) bzw. Beschleunigung des Handgelenkes wird zunächst festgestellt, ob sich der Anwender generell in einem Zustand ausreichender Ruhe befindet und eine Messung sinnvoll durchführbar ist. Wird ein erhöhtes Maß an motorischer Aktivität festgestellt, so daß nur ein unrepräsentatives Blutdruckmeßergebnis geliefert werden kann, wird die Messung unterbunden bzw. auf der Anzeigevorrichtung ein Hinweis auf die geringe Aussagekraft der Messung angezeigt. Diese Ausbildung des Blutdruckmeßgerätes und dieses Verfahren der Anzeige aufgrund geringer Aussagekraft der Messung in Folge einer ungeeigneten Winkelstellung des Körperteiles, an dem das Blutdruckmeßgerät befestigt ist oder aufgrund von bestimmten detektierten Bewegungen, die das Meßergebnis stark verfälschen würden, ist unabhängig von den übrigen Korrektur- und Anzeigmöglichkeiten oder in beliebiger Kombination durchführbar. Die Unterbindung der

Messung bzw. der Hinweis auf geringe Aussagefähigkeit der Messung kann vor und oder während der Messung oder nach der Messung durchgeführt werden.

Darüber hinaus wird der gemessene Blutdruck mit Hilfe der erfaßten Bewegung (Geschwindigkeit) und Beschleunigung korrigiert. Kurzzeitige Lageänderungen wie beispielsweise Kurzzeitbewegungen oder Zittern des Handgelenkes während der Blutdruckmessung machen sich in erster Linie durch Schwankungen im Ausgangssignal des Drucksensors bemerkbar. Durch eine Rückrechnung von den gemessenen Lageschwankungen auf die dazu korrespondierende Druckschwankung kann der Einfluß der Bewegungsartefakte verringert werden.

Das durch den Neigungssensor 5 erzeugte Meßsignal wird vorzugsweise elektronisch nachgearbeitet, so daß ein gedämpftes schwingungsverhaltende des beweglichen Teils im Neigungssensor mit kleineren Schwingungsamplituden und einem kürzeren Ausschwingen als mechanisch generiert elektronisch durch Filterung, Integration, bzw. Mittelung über die Periodendauer des beweglichen Teils im Drucksensor erzeugt wird. Gegenüber mechanischen Dämpfungssystemen ist dadurch ein optimales Dämpfungsverhalten (auch ein nicht lineares) unabhängig von der Fertigungsqualität des beweglichen Teils im Drucksensor einstellbar. Dies ermöglicht auch eine wesentlich besserere Ablesbarkeit des gemessenen Signals an der Anzeigevorrichtung.

Die Anzeigevorrichtung auf der das aufgebereitete Meßergebnis des Neigungssensors angezeigt wird ist dieselbe, mit der die Blutdruckmeßwerte und gegebenenfalls der Puls angezeigt wird. Es handelt sich dabei um eine elektronische Anzeigeeinrichtung vom Typ z.B. eines LCD, ST, STN, TFT oder ähnlichen Displays. Es sind grundsätzlich z.B. alle Displaytypen verwendbar, die auch für tragbare Computeranzeigevorrichtungen eingesetzt werden. Nachdem bekanntermaßen die Ablesbarkeit von Anzeigen auf diesen Anzeigevorrichtungen vom Betrachtungswinkel relativ zur Anzeigevorrichtung abhängt, kann in einer weiteren Ausführungsform das Meßergebnis des Neigungssensors ergänzend oder ausschließlich dafür verwendet werden, daß in einer Anpassungseinrichtung die elektronische Anzeigeeinrichtung an den Blickwinkel angepaßt wird, da in der Regel ein Zusammenhang zwischen den möglichen Neigungswinkeln am Handgelenk und den möglichen Blickwinkeln relativ zum Blutdruckmeßgerät mit Anzeigevorrichtung am Handgelenk besteht.

Das Ergebnis der beschriebenen Nullmessung des Drucksensors 2 kann auch in dem Referenzwertspeicher 7 abgelegt werden, so daß je Bedienperson nur insgesamt einmal eine spezifische Kalibrierung stattfinden muß und später nur noch die Bedienperson einzugeben ist.

Unter dem Begriff Drucksensor im Sinne der vorliegenden Anmeldung sind allgemein Sensoren zu verstehen, die ein Drucksignal bereitstellen, aus dem sich der in dem Körperteil herrschende Blutdruck bestimmen läßt. Dies kann beispielsweise auch ein optischer Sensor, wie beispielsweise ein Infrarotsensor sein, der den Puls optisch erfassen kann, so daß sich aus der zeitlichen Veränderung des Signales der Manschetteninnendruck detektieren läßt.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Bestimmung des Blutdrucks, wobei ein Drucksensor an einem Körp erglied angelegt und ein in dem Körp erglied herrschender Blutdruck und, die Ausrichtung des Körp erglieds mit einer Ausrichtungs-Erfassungseinheit (5) innerhalb eines Blut durckmeßgerätegehäuses erfaßt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ausrichtun gs-Erfassungseinheit (5) ein elektrisches Signal je nach der detektierten Ausrichtung des Körp ergliedes abgibt und dieses elektrische Signal weiterverarbeitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der erfaßte Blutdruck in einer Auswerteeinheit (4) entsprechend der erfaßten Ausrichtung des Körp erglieds korrigiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Winkelstellung (u) des Körp erglieds, insbesondere des Unterarmes, mit einem Neigungssensor (5) erfaßt und der erfaßte Blutdruck entsprechend der Winkelstellung korrigiert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Bewegung, insbesondere Geschwindigkeit oder Beschleunigung, des Körp erglieds während der Druckerfassung erfaßt und der erfaßte Blutdruck entsprechend der Bewegung, insbesondere Geschwindigkeit oder Beschleunigung, des Körp erglieds korrigiert wird.
5. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekenn zeichnet**, daß über eine Anzeigevorrichtung anwenderinteraktiv ein Anzeichen eine Rückmeldung ausgibt, ob die Meßposition in einem korrekten Winkelbereich des Körp ergliedes an dem die Messung erfolgt liegt und / oder das Anzeichen den Anwender interaktiv zur korrekten Meßposition führt.
6. Blutdruckmeßgerät mit einem Drucksensor zur Erzeugung eines Drucksignals, einer Anlegeeinheit zum Anlegen des Drucksensors an ein Körp erglied und einer Auswerteeinheit zur Auswertung des Drucksignals, wobei eine Ausrichtungserfassungseinheit (5), die innerhalb eines Blutdruckmeßgerätegehäuses angeordnet ist, zur Erfassung der Ausrichtung des Körp erglieds vorgesehen ist **dadurch gekennzeichnet**, daß durch die Ausrichtungs-Erfassungseinheit (5) zur Weiterverarbeitung ein elektrisches Signal in Abhängigkeit von der Ausrichtung des Körp erglieds abgebbar ist.

7. Blutdruckmeßgerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit (4) eine Korrekturseinheit zur Korrektur des Drucksignales entsprechend der erfaßten Ausrichtung aufweist.
8. Blutdruckmeßgerät nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ausrichtungs-Erfassungseinheit einen Neigungssensor (5) aufweist, der die Neigung des Körperlängs, an dem der Drucksensor (2) angelegt ist, erfaßt.
9. Blutdruckmeßgerät nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Bewegungs-Erfassungseinheit (5) zur Erfassung einer Bewegung, insbesondere einer Geschwindigkeit oder Beschleunigung, des Körperlängs vorgesehen ist und die Auswerteeinheit (4) eine Korrekturseinheit zur Korrektur des Drucksignales entsprechend der erfaßten Bewegung, insbesondere Geschwindigkeit oder Beschleunigung, aufweist.
10. Blutdruckmeßgerät nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bewegungs-Erfassungseinheit den Neigungssensor (5) und eine mit diesem verbundene Differenzierleinheit umfaßt.
11. Blutdruckmeßgerät nach zumindest einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ausrichtungs-Erfassungseinheit (5) und der Drucksensor (2) mit der Auswerteeinheit (4) über eine Zeitschalteinheit (6) verbunden sind.
12. Blutdruckmeßgerät nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Speichereinheit (7) zur Speicherung von Referenzdaten vorgesehen ist,
13. Blutdruckmeßgerät nach einem der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Anlege-Einheit (1) zum Anlegen des Drucksensors (2) an einem Handgelenk ausgebildet ist.
14. Blutdruckmeßgerät nach einem der Ansprüche 5 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Anzeigevorrichtung vorgesehen ist, die Anzeichen, insbesondere zwei in entgegengesetzte Richtung zeigende Pfeile aufweist, die derart angezeigt werden, daß ein korrekter und/oder unkorrekter Winkelbereich oder eine Bewegung des Blutdruckmeßgeräts und/oder ein Hinweis zur korrekteren Meßlage ausgegeben werden.

15. Blutdruckmeßgerät nach einem der Ansprüche 5 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Meßwertspeicher und oder eine Einrichtung aufweist zur Validierungsbestimmung der Meßergebnisse, so daß abhängig von der Meßlage, dem Meßneigungswinkel, oder der Bewegung während der Messung ein Hinweis über die fehlerhafte Meßbedingungen ausgegebbar ist.

Zusammenfassung:

**Verfahren und Gerät zur Bestimmung des Blutdrucks**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie ein Gerät zur Bestimmung des Blutdrucks, wobei ein Drucksensor an einem Körperteil angelegt und ein in dem Körperteil herrschender Blutdruck erfaßt wird. Erfindungsgemäß wird die Ausrichtung des Körperteils mit einer Ausrichtungs-Erfassungseinheit erfaßt und der erfaßte Blutdruck in einer Auswerteeinheit entsprechend der erfaßten Ausrichtung des Körperteils korrigiert.

(Fig. 3)

09/582471  
06217

1/3

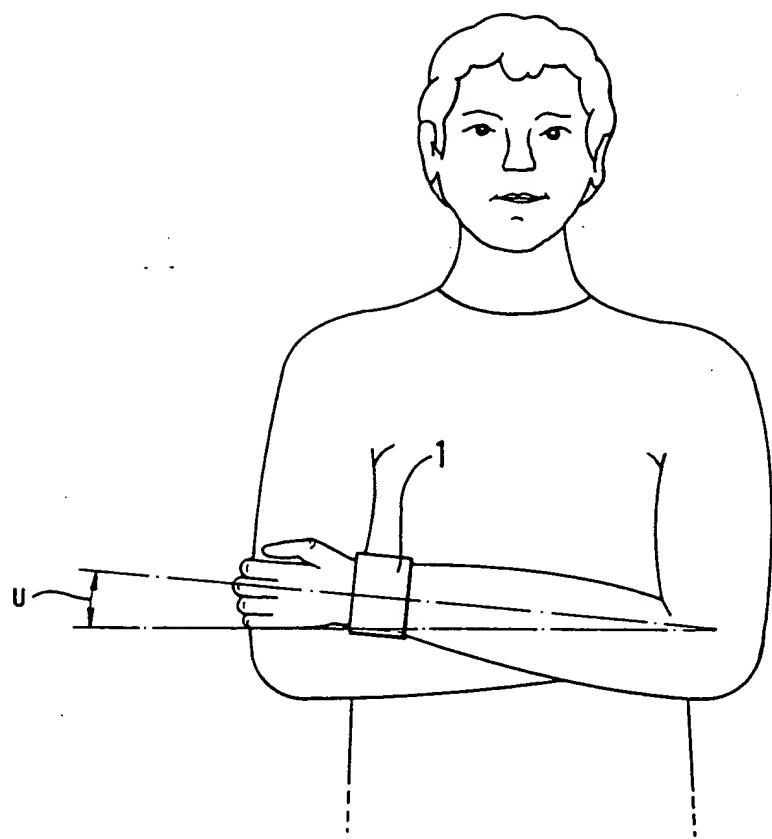


Fig. 1

09/582471  
06217

2 / 3

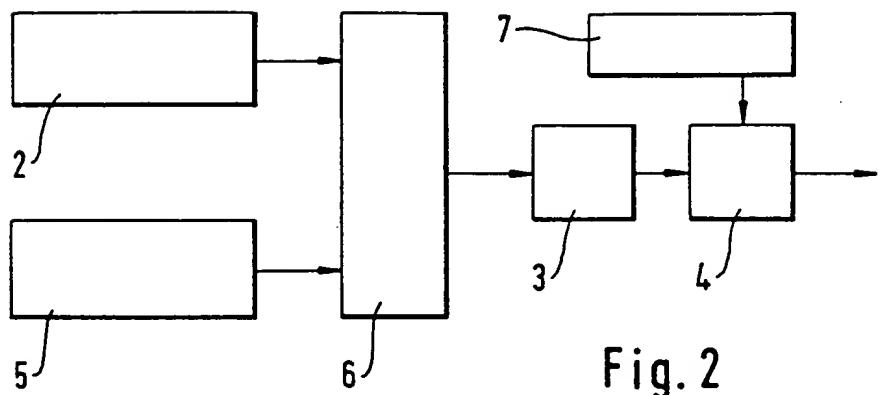


Fig. 2

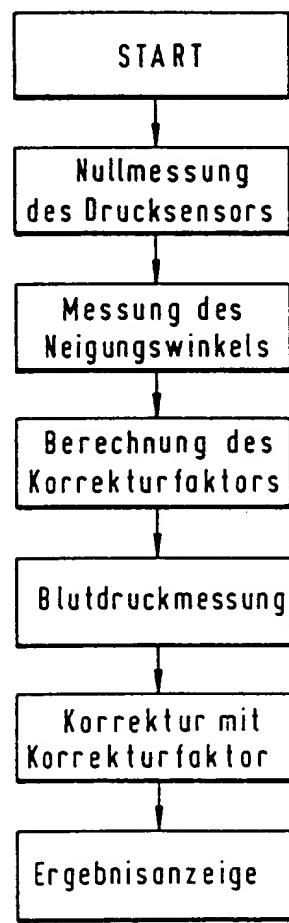


Fig. 3

3 / 3

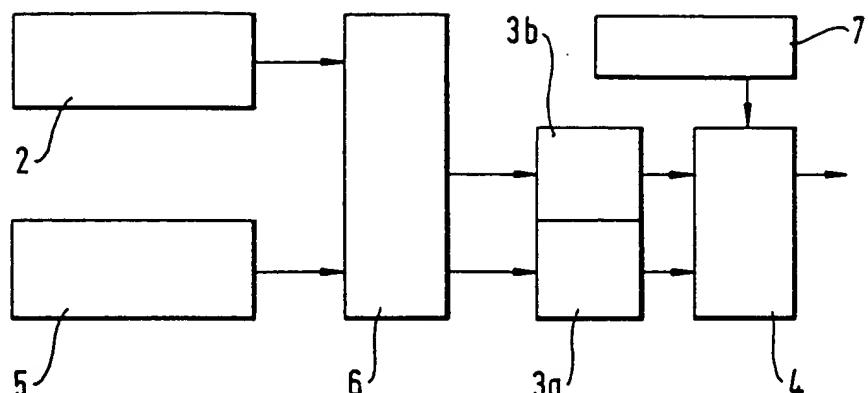


Fig. 4

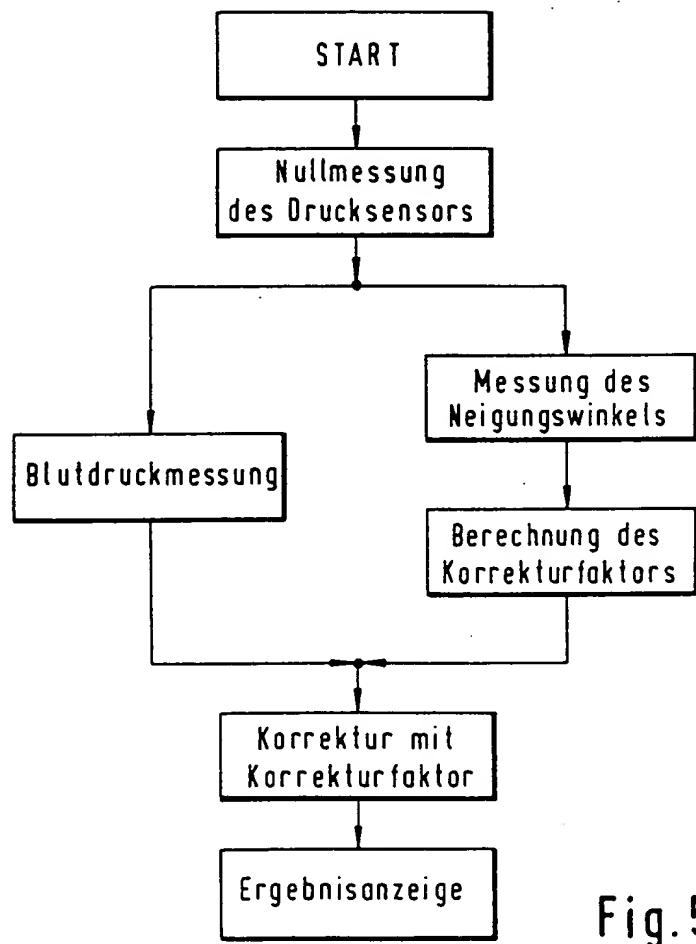


Fig. 5

